Los que decidan emprender este montaje, obtendrán una buena dosis de disfrute durante su construcción, pero además el autor nos lo pone más fácil, nos lo puede facilitar en kit.

Amplificadores de 2 metros para portátiles

Javier Solans*, EA3GCY

Este módulo base para amplificadores de 2 metros de moderada potencia fue proyectado para conseguir las mejores características con el mínimo coste posible. Así mismo se procuró que el montaje fuese accesible y fácilmente reproducible para los amantes del cacharreo que deseen emprender su construcción.

El diseño del módulo se ha efectuado para que pueda instalarse en una caja de reducidas dimensiones permitiendo la operación en móvil y base.

La potencia de entrada está prevista para «walkies» u otros equipos de baja potencia y según el transistor utilizado se podrán obtener diferentes niveles. Por ejemplo, con el conocido 2N6081 se consiguen 15 W con 2 W de entrada y con el 2N6082 25 W con unos 3 W de entrada. La máxima potencia para este módulo se podrá conseguir con el MRF240 de 40 W con unos 4 W de entrada. También podrán utilizarse otros transistores similares como los de las series BLY, 2SC, etc. Hay que tener en cuenta que en las características de este tipo de transistores se especifica la ganancia a una frecuencia de 175 MHz (banda comercial), en cambio en 144-146 MHz es ligeramente mayor.

La placa es de doble cara (inferior de plano a masa) y utiliza un solo relé normalizado de doble circuito inversor para la conmutación Rx-Tx y «por paso» cuando el amplificador está desconectado. Si se efectúan las conexiones de entrada y salida con cortos trocitos de cable rígido (hilo de retención de 1 mm aproximadamente) y gracias al cuidado diseño del circuito impreso, se consigue una mínima desadaptación al paso de la señal. Es una buena idea efectuar la unión de «por paso» directamente entre los contactos del relé con un pequeño puente en su interior.

Para trabajar en SSB, la placa puede incorporar el circuito de polarización de base del transistor, situando la amplificación en *clase AB*, obteniendo la suficiente linealidad para

*Apartado de correos 814. 25080 Lleida.

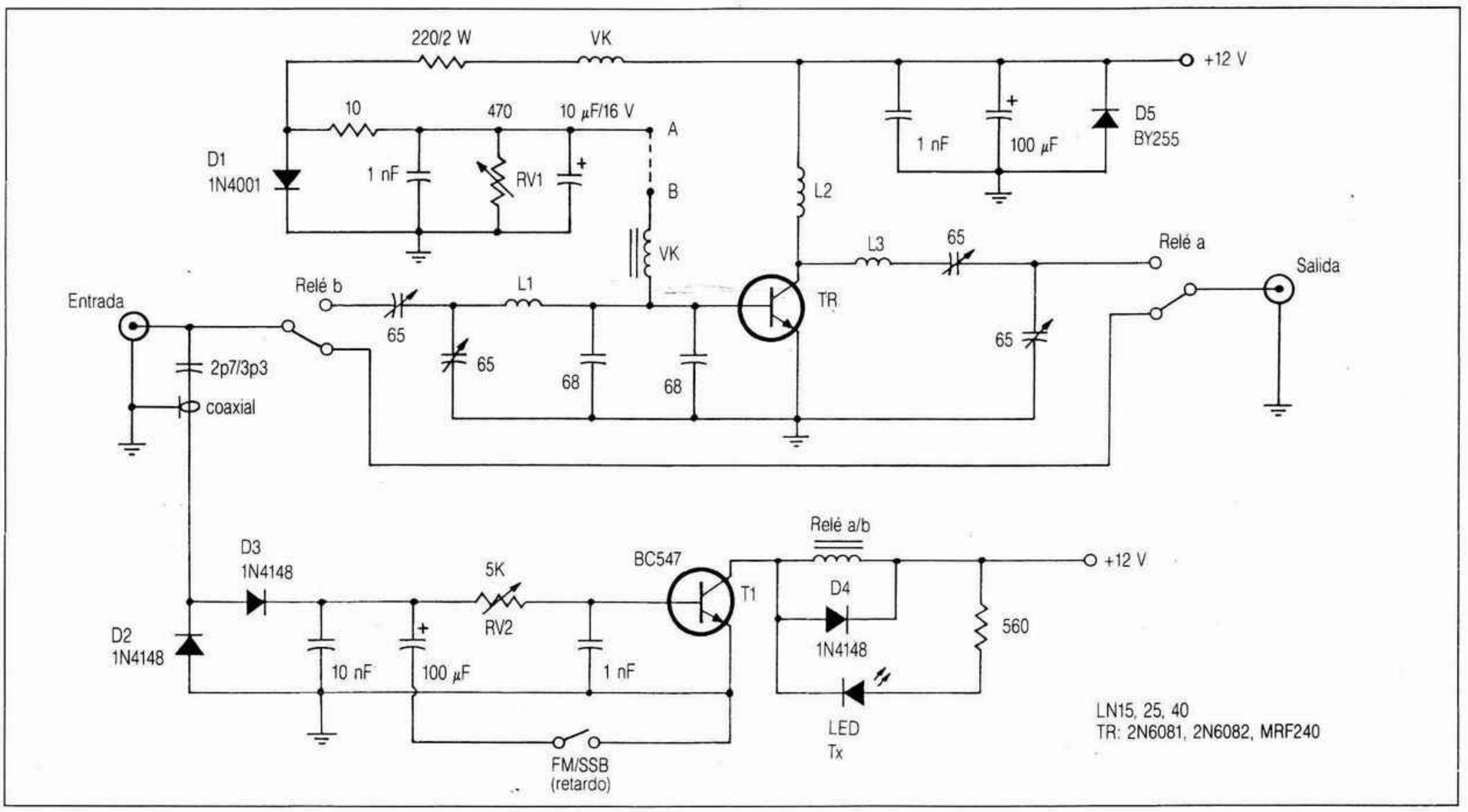

Figura 1. Esquema del amplificador lineal para portátiles de 25 o 40 W.

TAMAÑO REAL

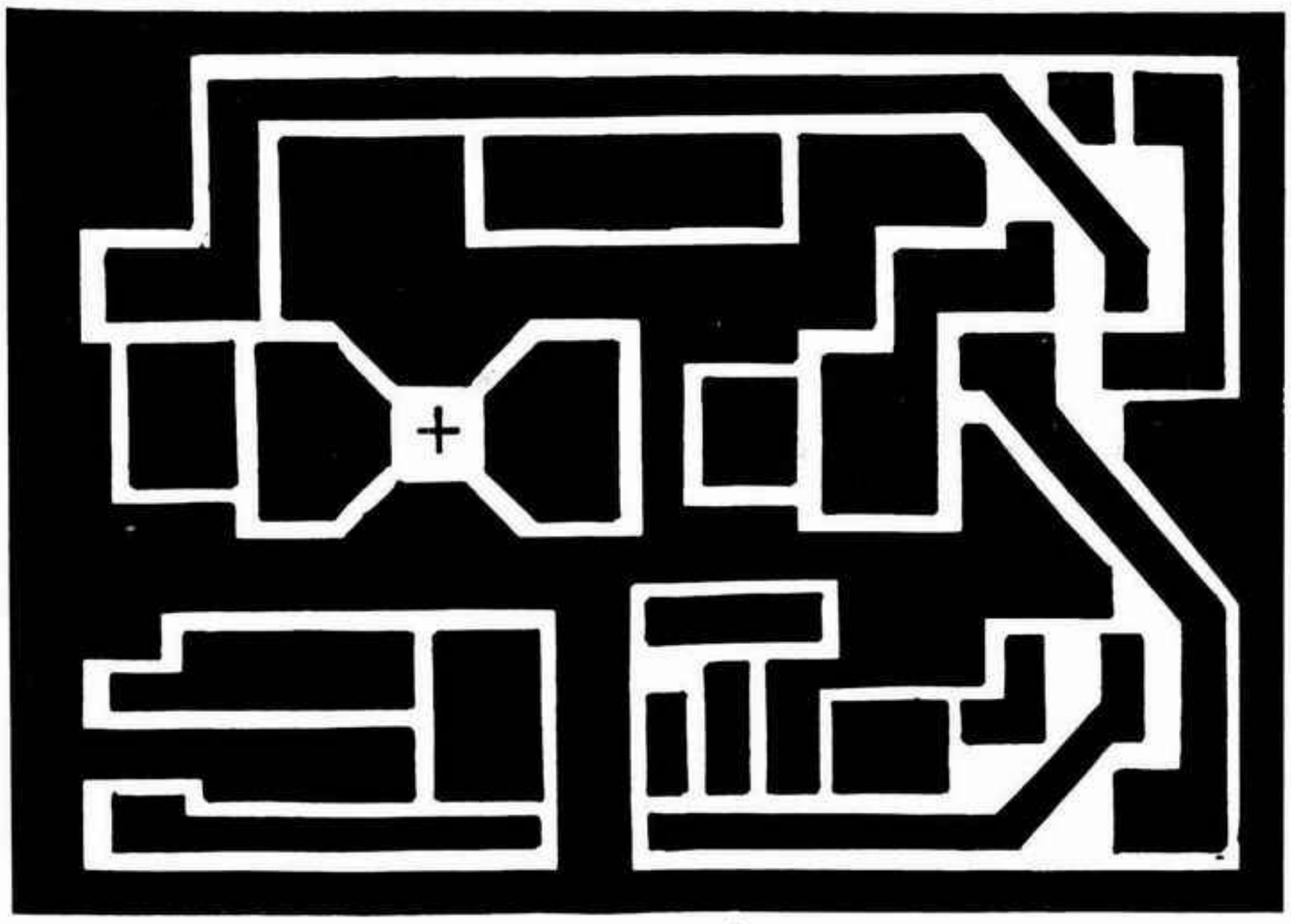

Figura 2. Circuito impreso por el lado de los componentes que se sueldan directamente a las pistas de cobre. Recordar que el lado opuesto de las pistas debe haber cobre en toda la cara.

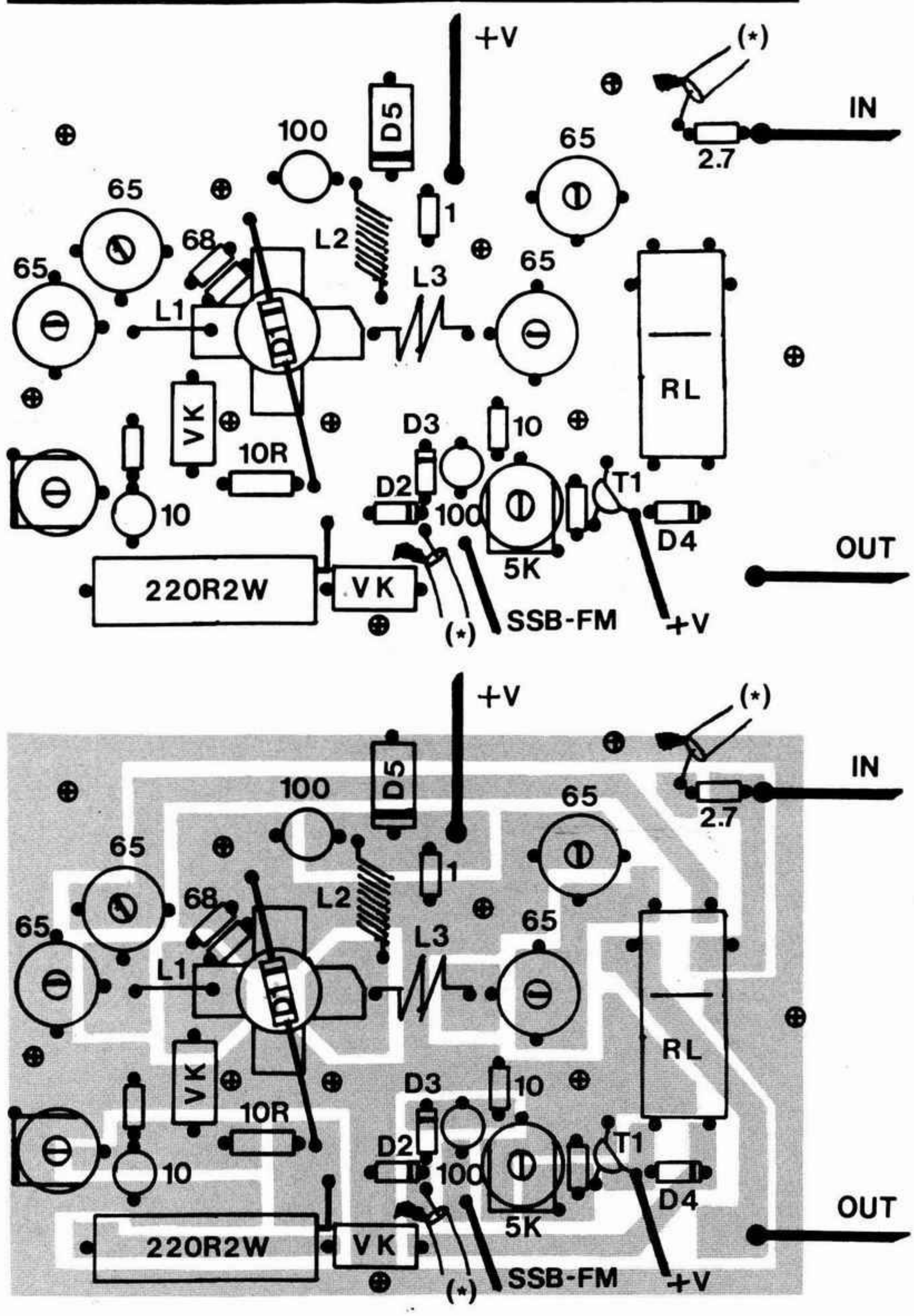

Figura 3. Disposición de componentes. Las cruces dentro de redonditas marcan los puntos donde debe perforarse el circuito impreso y conectar entre sí las pistas de masa de un lado con la cara de cobre que cubre la otra cara.

Figura 4. Vista de los componentes sobre las pistas de cobre. Es la visión conjunta de las figuras 2 y 3.

trabajar con señales en modo SSB, CW, FM y digital. Así mismo se añadirá un retardo en el circuito de conmutación Rx-Tx.

Funcionamiento

En el esquema eléctrico (figura 1) se muestra el amplificador *lineal* completo. En él, podemos observar los circuitos de polarización de base, conmutación-retardo del relé y el transistor amplificador de potencia.

Si sólo se va a operar con señales de FM-CW y digital, no se montarán ninguno de los componentes del circuito de polarización ni tampoco el condensador electrolítico de retardo de la conmutación. Simplemente se conectará el choque VK de la base a masa directamente (punto *A*) de forma que la amplificación quedará en *clase C*. Esta configuración es la más utilizada teniendo en cuenta que este amplificador está destinado a equipos de reducida potencia, normalmente portátiles de FM. Para ello, puede utilizarse un diseño de placa sin incorporar los componentes de polarización, de esta forma se consigue un módulo de mínimas dimensiones.

El funcionamiento del amplificador es muy sencillo; la muy baja impedancia de base que presenta el transistor a estas frecuencias (de tan sólo algún ohmio), queda acoplada a la entrada de 50 Ω mediante los *trimers* de 65 pF y la bobina L1 (una espira, 8 mm de diámetro, hilo de retención de 0,8 a 1 mm).

Los dos condensadores de 68 pF quedan en paralelo con la capacidad interna base-emisor del transistor, la cual es variable frente a las diferentes condiciones de trabajo del transistor (alimentación, temperatura, nivel de entrada). Esta capacidad nos ayuda a reducir dichas variaciones y mejora la ganancia de semiconductor. El valor de capacidad no es crítico y podrá variarse según el transistor escogido.

La impedancia del colector es también baja de manera que la bobina L3 (2 espiras, 8 mm de diámetro, hilo de retención 0,8 a 1 mm) y los dos *trimers* la adaptarán a los 50 Ω de la antena.

La bobina L2 (8 espiras, 6 mm interior, hilo esmaltado 0,8) actúa como choque de carga de la alimentación en continua del colector bloqueando la RF.

La tensión de polarización de base nos fija la corriente de reposo del transistor; está limitada por el diodo 1N4004 y RV1 nos permite ajustar la corriente de reposo hasta algo más de 150 mA; esta tensión se dirige a la base a través del choque VK. El diodo 1N4004 se coloca encima del cuerpo del transistor de potencia con un poco de pasta de silicona térmica, de forma que si la temperatura aumenta, el diodo conducirá más disminuyendo la tensión de polarización y contrarrestando el aumento de corriente del transistor. La resistencia de 220 Ω limita la corriente máxima y podrá ser variada según el transistor utilizado.

Para la conmutación automática sensible por señal RF, se optó por un circuito muy sencillo; el condensador de 2p7 (se puede aumentar ligeramente este valor si la potencia de entrada es muy baja), recoge una pequeña fracción de señal de la entrada que es rectificada por los dos diodos 1N4148 y filtrada por 10 nF obteniendo un nivel de tensión más que suficiente para llevar a la conducción del BC547 que activará el relé durante Tx. En SSB, se conectará el condensador electrolítico a masa, el cual se descargará durante los intervalos de modulación a través de RV2 y el transistor hacia masa.

Como se ha visto, el circuito teórico de este amplificador es muy sencillo y los constructores más experimentados podrán efectuar su configuración particular; control de la conmutación desde PTT exterior, incorporación de un preamplificador de recepción, adición de algún circuito de protección, etc. *Pero es muy importante* recomendar a los que emprendan por primera vez la construcción de un amplificador para VHF, què en estas frecuencias ya toman muchísima importancia todos los detalles de diseño de placa, calidad de componentes, cableados, etc.

El diseño de circuito y placa descritos aquí están dando unos excelentes resultados con una robustez y fiabilidad más que suficientes para un trabajo normal de radioaficionado. La cara inferior de la placa está conectada a masa en varios puntos con la cara superior mediante puentes entre ellas, especialmente en lugares comprometidos: cerca del colector del transistor en pistas de masa un poco largas, etc.

Si va a construir una placa diferente, tenga muy en cuenta todos estos requisitos, asegúrese que todas las conexiones de masa resultarán para las señales de RF «masas de verdad»; entre los extremos de una pista de masa, pueden producirse excesivas diferencias de potencial. Un diseño de placa descuidado, será garantía de que el amplificador no funcionará correctamente.

Linealidad, clases de amplificación

Uno de los factores más importantes a considerar en los amplificadores de RF es su linealidad. Comúnmente se denomina *lineal* a cualquier amplificador de RF, si bien es cierto que en muchos casos se cumple este requisito, no es así en los amplificadores que están destinados a FM o CW exclusivamente.

La linealidad del amplificador viene impuesta por la *clase de amplificación* que se utiliza, debido a la relación I_c-V_b (corriente de colector según la tensión de base), la cual nos define la zona de trabajo en al curva dinámica de amplificación.

Existen tres clases básicas de amplificación: *A, B* y *C*, y una situación intermedia muy utilizada es la *AB*, las cuales se pueden sintetizar de la siguiente forma.

En clase A, el transistor queda polarizado de manera que la amplificación queda situada dentro de la zona más lineal de la curva; la corriente media de colector con señal de entrada es prácticamente la misma que en reposo. Esta clase de amplificación se utiliza con señales de bajo nivel de cualquier modalidad donde se consigue muy bajo índice de distorsión. También se puede utilizar en amplificadores de baja potencia, pero hay que tener en cuenta que el amplificador tendrá ya un consumo respetable en ausencia de señal de entrada mientras esté alimentado (corriente de reposo). El rendimiento de este tipo de amplificadores es bajo, del orden del 30 %.

Los amplificadores en *clase B* tienen su base polarizada de manera que el transistor queda justo antes de iniciarse su conducción; cuando se iniciaría la parte lineal de la curva.

Para pasos amplificadores de potencia, el tipo de amplificación más utilizada es la *AB* en el que se consigue más eficiencia que en clase A, entre 50 y 66 %.

En clase AB, el transistor, en ausencia de señal de entrada, tiene su base polarizada existiendo una pequeña intensidad de colector denominada *corriente de reposo*. Se pueden obtener altos niveles de potencia con baja distorsión (inapreciable), en un compromiso que permite obtener una buena calidad con señales de FM, CW, digital y SSB.

En los amplificadores en *clase C* la tensión entre base y emisor en reposo está a 0 V y en consecuencia la corriente de colector es prácticamente nula. La eficiencia es aquí muy alta, está situada entre 60 y 80 %, pero la distorsión por falta de linealidad es totalmente excesiva (frente

a señales de amplitud variable) por lo que sólo es posible la amplificación de señales FM-CW donde su frecuencia fundamental y su modulación (FM) no se verán afectadas.

Instalación

Este módulo amplificador se instalará en una caja metálica utilizando un radiador adecuado según la potencia de trabajo. Si se va a operar durante largos y continuados períodos es recomendable un radiador generoso. El módulo se sujeta a la caja y radiador con el propio espárrago del transistor de potencia (con un poco de pasta de silicona térmica para mejorar la transferencia de calor) añadiremos un taladro en la placa (en una superficie de masa) con un tornillo, tuercas y arandela de un grosor igual al transistor, para mantener uniforme la sujección del módulo. Para evitar variaciones durante el funcionamiento es importante una perfecta estabilidad mecánica.

La conexión desde el condensador de 2p7/3p3 hacia el circuito de conmutación se realizará con cable coaxial RG-174.

Si se utiliza el transistor para 40 W y va a trabajar a su máxima potencia durante transmisiones largas, es aconsejable montar *trimers* de salida del tipo «cerámicos-compresión» de un valor de capacidad similar.

Si es posible, efectúe el mecanizado de la caja de manera que la entrada y salida queden unidas a las bases del conector con cortos trocitos de cable rígido y la masa directamente a la placa con un terminal para tornillo.

También se podrá instalar un LED indicador de funcionamiento ON y otro de TX (conectado al relé). Si utiliza el retardo de conmutación se podrá incorporar un interruptor que conecte y desconecte el condensador electrolítico a masa.

Ajuste

La forma más cómoda y eficaz de realizar el ajuste será intercalando un medidor de ROE a la entrada y un vatímetro en la salida con una carga resistiva que nos presente una impedancia de 50 Ω.

En primer lugar, ajustaremos todos los *trimers* a la mitad de su recorrido, después conectaremos la alimentación y ajustaremos la resistencia variable de 47 Ω para conseguir unos 120 mA de consumo en reposo (sin el relé conectado), al cabo de unos minutos se repetirá el ajuste. A continuación, inyectaremos la señal de entrada sin exceder el nivel máximo; el relé deberá activarse y el amplificador pasará a Tx. Ajustaremos los dos *trimers* de entrada para la mínima lectura de ROE en el medidor, a continuación ajustaremos los *trimers* de salida, para obtener la máxima lectura en el indicador de potencia. Repetiremos alternativamente los ajustes de entrada y salida (en cortos períodos de tiempo, comprobando la temperatura del transistor), hasta conseguir la mínima ROE en la entrada y la máxima potencia de salida.

Es necesario recomendar que no se efectúen los ajustes de «ojímetro»; si sólo se tiene en cuenta la potencia de salida, la impedancia de entrada probablemente quede desadaptada con el consiguiente sacrificio para el «walkie», e incluso el amplificador podría quedar ajustado en alguna frecuencia indeseada (dependiendo de la limpieza espectral de la señal de entrada).

Llegados a este punto, el amplificador quedará ya listo para funcionar en el cuarto de radio o en el móvil. Estoy seguro que los que decidan emprender este montaje, obtendrán una buena dosis de disfrute durante su construcción, hay trabajo para un completo y agradable fin de semana... CQ

Palabras internacionales: radio, televisión, carta

Como curiosidad comentaremos que hablando de lenguas internacionales con unos amigos, en cuyo tema también se habló de y en esperanto, se sacaron a colación palabras que pudieran ser conocidas prácticamente en todo el mundo. El tema de Radio, y la más moderna Televisión, fue ampliamente comentado.

Aprovechando una maquinita de traducir hecha en Hong Kong, que es del tamaño de una tarjeta de crédito y tiene capacidad para *veintiséis idiomas* con unas 1.000 palabras en cada idioma, nos llevamos la sorpresa de que Televisión, con ser muy internacional, no es la palabra más conocida, y nuestra vieja «Radio» es la que bate todas las marcas.

Veamos en la tabla que acompañamos lo que nos dice la pequeña máquina cuya referencia es KT-326.

IDIOMA	RADIO	TELEVISION	CARTA
Alemán	Radio	Fernsehen	Brief
Arabe (*)	Radio	Telefizion	Chitab
Checo	Rádio	Televize	Dopis
Danés	Radio	Fjernsyn	Brev
Español	Radio	Televisión	Carta
Esperanto	Radio	Televido	Letero
Finlandés	Radio	Televisio	Kirje
Francés	Radio y TSF	Télévision	Lettre
Griego (*)	Radio'fonon	Tileo'rasis	Gra'ma
Hebreo (*)	Rádyo	Televizyáh	Mikhtáv
Holandés	Radio	Televisie	Brief
Húngaro	Rádió	Televizió	Levél
Indonés (*)	Radio	Televisi	Surat
Inglés	Radio	Television	Letter
Italiano	Radio	Televisione	Lettera
Japonés (*)	Rajio	Terebi	Tegami
Noruego	Radio	Fjernsyn	Brew
Polaco	Radio	Telewizja	List
Portugués	Rádio	Televisáo	Carta
Rumano	Radio	Televiziune	Scrisoare
Ruso (*)	Rádio	Televidenie (*)	Pis'mó
Serbo-croata	Radio	Televizija	Pismo
Sueco	Rádio	Television	Brev
Turco (*)	Radio	Televizyon	Mektup
Swahili (*)	Radyo	Televisioni	Barua
Yiddish (*)	Radio	Telyevizye	Briv
	Rádyo		

Nota. Las marcadas (*) indican que los respectivos alfabetos han sido representados mediante la transliteración oficial a caracteres latinos.

Francisco José Dávila, EA8EX